

04206807    \*\*Image available\*\*  
MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR

PUB. NO.:        05-198507 [JP 5198507 A]  
PUBLISHED:      August 06, 1993 (19930806)  
INVENTOR(s):    CHIYOU KOUYUU  
                  KUSUMOTO NAOTO  
APPLICANT(s):   SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD [470730] (A Japanese  
Company  
                  or Corporation), JP (Japan)  
APPL. NO.:      04-275416 [JP 92275416]  
FILED:          September 18, 1992 (19920918)  
INTL CLASS:     [5] H01L-021/20; H01L-021/268; H01L-021/324; H01L-021/336;  
                  H01L-029/784  
JAPIO CLASS:    42.2 (ELECTRONICS – Solid State Components)  
JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R004 (PLASMA); R020 (VACUUM TECHNIQUES)  
JOURNAL:        Section: E, Section No. 1461, Vol. 17, No. 625, Pg. 98,  
                  November 18, 1993 (19931118)

#### ABSTRACT

**PURPOSE:** To obtain a polycrystalline silicon semiconductor film which has an excellent electric characteristic by a method wherein a hydrogenated amorphous silicon film is formed at low temperatures and is heat-treated in a vacuum and then it is dehydrogenated to generate a dangling bond in the film and the excimer laser is cast on the film in a vacuum-unbroken state.

**CONSTITUTION:** An SiO(sub 2) film or silicon nitride film is formed as a base protective film 12 on a glass substrate 11. Nextly, an intrinsic hydrogenated amorphous silicon semiconductor layer 13 is formed in the thickness of 100nm by the plasma CVD method. At that time, by setting the film formation temperature low, the formed amorphous silicon film is allowed to have in it a good quantity of water and bonds of silicon are neutralized with hydrogen as much as possible. Nextly, a device separation patterning is conducted and the sample is heated in a vacuum at 450 deg.C for one hour to be dehydrogenated completely and dangling bonds (unpaired bonds) are generated in high density in the film. With the vacuum state being maintained, the excimer laser is cast on the sample to crystallize it.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-198507

(43) 公開日 平成5年(1993)8月6日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
H01L 21/20	9171-4M	
21/268	Z 8617-4M	
21/324	Z 8617-4M	
21/336		
	9056-4M	H01L 29/78 311 Y
	審査請求 未請求	請求項の数3 (全8頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平4-275416

(22) 出願日 平成4年(1992)9月18日

(31) 優先権主張番号 特願平3-270359

(32) 優先日 平3(1991)9月21日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所  
神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 張 宏勇

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 楠本 直人

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

(54) 【発明の名称】 半導体作製方法

(57) 【要約】

【構成】 水素と珪素の結合を含んだ非晶質珪素膜を低温の気相法で成膜する工程と、この非晶質珪素膜中から水素を離脱させるために加熱アニールを行い珪素のダングリングボンドを形成する工程と、珪素のダングリングボンドを有する非晶質珪素膜に対してレーザー照射することによって、良好な電気特性を有する多結晶半導体膜を得る。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に気相法により珪素を主成分とする非晶質珪素半導体膜を成膜する工程と、該工程により製膜した非晶質珪素半導体膜を加熱処理する工程と、該工程により加熱処理された非晶質珪素半導体膜に対してレーザー照射を行う工程とを有する半導体作製方法において、前記気相法は350度以下の温度で行われ、前記加熱処理は350度以上でありかつ500度以下の温度で行われ、前記加熱処理からレーザー照射を行う工程は真空あるいは不活性雰囲気を維持した状態で行われることを特徴とする半導体作製方法。

【請求項2】 基板上に成膜された水素と珪素の結合を多量に有した非晶質珪素半導体膜を真空中で加熱アニールすることによって、非晶質珪素半導体膜中の水素を離脱させ多量のダングリングボンドを生成する工程と、前記工程から真空状態を維持した状態でダングリングボンドを多量に有する非晶質珪素半導体膜に対してレーザー照射を行うことによって、結晶化を行い多結晶珪素半導体膜を得る工程とを有することを特徴とする半導体作製方法。

【請求項3】 基板上に気相法により珪素を主成分とする非晶質珪素半導体膜を成膜する工程と、該工程により製膜した非晶質珪素半導体膜を350度以上でありかつ500度以下の温度で加熱処理する工程と、該工程の後非晶質珪素半導体膜を500度以上の温度で加熱する工程とを有する半導体作製方法において、前記非晶質珪素半導体膜は前記全ての工程において常に外気から隔離された雰囲気中に維持され、成膜時以外は高真空状態あるいは不活性雰囲気に維持されていることを特徴とする半導体作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、結晶性がよく結晶膜中の不純物が少ない半導体膜の作製方法に関するものである。本発明の作製方法によって作製される半導体膜は、高電界移動度を有する高性能薄膜トランジスタ等の半導体装置に用いることができるものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、プラズマCVD法または熱CVD法によって形成される水素化非晶質珪素膜（水素を多量に含み、珪素の結合手の多くが水素で中和されている非晶質珪素膜）（a-Si:Hとも書く）に対して、CWレーザー、エキシマレーザー等のレーザー光を照射することによって、この水素化非晶質珪素膜を結晶化させる方法が良く知られている。

【0003】 しかしながらこの方法は、出発膜としての非晶質珪素膜中に水素が大量に含まれているので、レーザー照射時に水素が膜中より多量に噴出してしまい膜質が著しく損なわれるという問題があった。

【0004】 以上のような問題点を解決する方法として

以下の3通りの方法が主に用いられている。

(A) 最初、試料である水素化非晶質珪素膜に対して、低エネルギー密度（結晶化のしきい値エネルギー以下）のレーザー光を照射することによって、試料である出発膜中の水素を出し、続いて高いエネルギー密度のレーザー光を試料に照射することによって、試料を結晶化させる方法。（多段階照射法と呼ばれる）

(B) 400℃以上の基板温度で水素化非晶質珪素膜を製膜することによって、出発膜中の水素含有量を減らして、レーザー照射による膜質の劣化を防ぐ方法。

(C) 水素化非晶質珪素膜を不活性雰囲気中において加熱処理することによって膜中の水素を除去する方法。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 前述のような方法により高品質な結晶膜（一般に多結晶珪素膜）を得ようとする場合、以下のような問題点がある。

【0006】 (1) (A)の方法では、水素出しの効率が悪い、レーザーの出力エネルギーの制御が難しい、またレーザー照射の回数が多くなる、レーザー光のエネルギーが大部分膜表面に吸収されてしまうので厚い膜の場合、水素出しが困難である、等々の問題があり実用性に問題があった。

(2) (B)の方法では、基板温度が高くなると膜中の不純物含有量が増加する傾向があり、また高温で水素化非晶質珪素膜を製膜すると膜中にシリコンクラスタ（珪素の微結晶成分）が生成されるため、後のレーザー光による結晶化の際に結晶化が阻害されるという問題があった。

(3) (C)の方法では、水素が加熱によって離脱するので、珪素のダングリングボンド（不対結合手）が形成され、このダングリングボンドが酸素などと容易に結合してしまう。その結果、膜表面から10～20nmに酸素が容易に侵入してしまい、その後のレーザー光照射によって、この酸素が高温拡散によって膜中深く拡散してしまう。そして結果としてこの酸素等の不純物のために、結晶膜の電気特性（キャリアの移動度等）が劣化してしまうという問題があった。

## 【0007】

【問題を解決するための手段】 本願発明は、前述のような問題を解決する方法として、以下(a)～(c)に記載するような方法をとるものである。

【0008】 (a) 低温で、高密度のSi-H結合を有する水素化非晶質珪素膜を気相法で製膜する。気相法としては、プラズマCVD法、熱CVD法、光CVD法等の化学的気相法の他、スパッタリング法あるいは蒸着法といった物理的気相法等の公知の方法を用いることができる。そしてこの際、水素化非晶質珪素からの水素の離脱温度といわれる350度以下の基板温度で水素化非晶質珪素を製膜することが必要である。これは、製膜時においてなるべく水素を多量に膜中に含有させ、珪素と水

素の結合 (S-H結合) を多くするためである。珪素と水素の結合 (S-H結合) を最大にするためには、可能な限りの低温の基板温度で製膜をすることが望ましい。しかしながら実用的には、100度~200度の基板温度で製膜を行うことで珪素と水素の結合 (S-H結合) を最大にするという目的を達成することができる。

【0009】また、低温で製膜することにより膜中にシリコンクラスタ (珪素の微結晶) が生成することを防ぐことができ、後の結晶化工程において、より均一な結晶化を望むことができる。

【0010】(b) 前記 (a) の工程で製膜した非晶質珪素膜を真空中あるいは不活性雰囲気において加熱処理することにより膜中の水素を離脱させ、珪素に高密度のダングリングボンドを形成する。真空中あるいは不活性雰囲気において加熱処理するのは、珪素のダングリングボンドと酸素等の不純物が結合してしまうことを極力防ぐためである。この不活性雰囲気とはヘリウム、アルゴン、ネオン等の希ガスまたは窒素、水素、あるいはこれらの混合ガス等が充填された雰囲気のことを言う。さらにまた、減圧状態でこれらの気体が存在するような雰囲気でも同様の効果を期待できる。加熱温度は、基板温度が350度以上でありかつ500度以下であることが重要である。これは、水素化非晶質珪素中からの水素の離脱温度が約350度であり、非晶質珪素の結晶化が始まる温度が約500度であることに基づくものである。また、膜中の不純物濃度特に酸素濃度が低い場合には450度程度でも結晶化が始まる場合があるので実用上は400度程度でこの水素出しの加熱工程が行われるのが好ましい。この水素出しの加熱工程の時間は、30分から6時間程度で行うのが適当である。

【0011】これは、この加熱工程が (a) の工程において非晶質珪素中に多量に含ませた水素を膜中から放出させ、そのことによって多量のダングリングボンドを生成させるために行なわれるものであり、しかもこの多量のダングリングボンドを生成させるのは、後のレーザー照射または加熱による結晶化工程における結晶化を容易にするためのものである。この加熱処理段階で非晶質珪素膜が結晶化しては好ましくないからである。この加熱処理段階で結晶化 (微小領域におけるクラスタ状態も含めて考える) してはならないのは、一度結晶化した膜は、さらに結晶化のためのエネルギー (例えばレーザーの照射エネルギー) を与えても膜の電気的特性としては、良質のものは得られず、かえって悪化してしまうという事実によるものである。

【0012】また、この後にレーザー照射または加熱による非晶質珪素膜の結晶化工程があるのであるが、この結晶化工程に到る間、雰囲気を真空あるいは不活性に維持し、不純物が膜のダングリングボンドと結合することを極力さけることは、後のレーザーの照射または加熱に

よる結晶化の工程における膜の結晶性を高めるのに非常に効果的である。

【0013】(c) 真空中あるいは不活性雰囲気において、レーザーを照射または加熱により、非晶質珪素膜の結晶化を行う。この工程は、前記 (b) の工程から引き続いて真空あるいは不活性雰囲気を破らずに行うことが極めて重要である。これは、(b) の加熱工程において非晶質珪素膜中に高密度にダングリングボンドが生成しているの、非晶質珪素膜中の珪素が不純物と極めて反応し易いからである。

【0014】また、この際基板温度の冷却速度を下げるために基板を300度~500度程度に加熱しながらレーザー照射を行うのは、結晶性を高めるのに効果がある。また、加熱のみによって結晶化を行おうとする場合には、450度~800度の範囲で行うことができるが、一般にガラス基板の耐熱温度を考慮して600度程度で1時間~96時間の時間をかけ、加熱が行われる。

【0015】本発明の構成においては、500度以上で非晶質珪素の結晶化が始まると規定しているが、膜中の酸素濃度が非常に低ければ450度程度で結晶化が始まるので上記の温度範囲に限定しているのである。

【0016】本発明の構成において重要なことは、まず珪素と水素の結合密度の高い水素化非晶質珪素膜を出発膜として形成することにある。そして膜中からの脱水素化を促す加熱アニール工程によって、この出発膜から水素を抜き、高密度のダングリングボンドを有する非晶質珪素膜を得ることにある。このような膜を用いるのは、珪素のダングリングボンドを高密度に有する非晶質珪素膜は原子レベルの格子振動が激しく、熱的に極めて不安定な状態にあるので、結晶核発生と結晶成長に必要なエネルギーが小さく、結晶化しやすいからである。そして、レーザー照射、結晶化のための加熱によってこのダングリングボンドが高密度で生成されて結晶化しやすくなった非晶質珪素膜を結晶化させ多結晶珪素膜を得るのである。

【0017】また、上記の工程すなわち成膜から結晶化までの工程において、非晶質珪素半導体膜が外気に触れないようにすることは重要である。これはダングリングボンドが酸素等と結合してしまうのを極力防ぐためである。そして、この目的を達成するためには、高真空排気系、レーザー照射用の石英の窓、加熱工程用の加熱装置等を備えたチャンバーを有する装置が必要である。産業的には、上記の装置を備えたマルチチャンバー形式の装置が有用である。以下実施例を示し発明の構成を実施例に即して説明する。

【0018】

【実施例】 (実施例1) ここでは、本発明に従って形成された多結晶珪素 (poly-Si) を用いたnチャネル型の絶縁ゲート薄膜型電界効果トランジスタを本発明の応用例として示す。また、本実施例においては、結晶

化の手段としてエキシマレーザー (KrF (波長248 nm)) を用いた。

【0019】図1から図5に本実施例において作製した絶縁ゲート薄膜型電界効果トランジスタ (以下TFETと記す) の作製工程図を示す。本実施例においては、基板としてガラス基板または石英基板を用いた。これは、本実施例において作製するTFETがアクティブマトリックス型の液晶表示装置またはイメージセンサのスイッチング素子や駆動素子として用いることを意図しているからである。しかしながら他の半導体装置に本発明の構成を用いる場合は、基板として珪素の単結晶または多結晶の基板を用いてもよいし、他の絶縁体を持ちいてもよい。

【0020】図1において基板であるガラス基板11上にSiO<sub>2</sub>膜または窒化珪素膜を下地保護膜12として形成する。本実施例においては、酸素100%雰囲気中におけるRFスパッタリングによってSiO<sub>2</sub>膜12を200nm成膜した。成膜条件は、

O<sub>2</sub> 流量 50sccm  
圧力 0.5pa  
RF電力 500W  
基板温度 150度  
で行った。

【0021】つぎに、プラズマCVD法によって真性または実質的に真性 (人為的に不純物を添加していないという意味) の水素化非晶質珪素半導体層13を100nmの厚さに形成する。この水素化非晶質珪素半導体層13は、チャネル形成領域を構成する半導体層となる。成膜条件は、

雰囲気 シラン (SiH<sub>4</sub>) 100%  
成膜温度 160度 (基板温度)  
成膜圧力 0.05 Torr  
レーザー照射エネルギー密度  
パルス数  
基板温度

で行った。レーザー照射後、水素減圧雰囲気中 (約1 Torr) において、100度まで降温させた。

【0027】本実施例においては、図6に示すような装置を用いて上記試料の水素出しのための加熱工程とエキシマレーザー光の照射による結晶化を同一真空チャンバーによって行った。このような真空チャンバーを用いることによって、加熱工程からレーザー照射による結晶化工程にわたって真空状態を保つことが容易になり、膜中に不純物 (特に酸素) が混入しない膜を得ることができる。もちろん、このようなレーザーアニール専用の真空チャンバーでなくとも、高真空排気装置を備え、外部からレーザーが照射できるように石英等の窓を有するプラズマCVD装置等を用いることで、サンプルの移動をせずに成膜からレーザー照射までを連続して行ってもよい。

投入パワー 20W (13.56MHz)

で行った。なお、本実施例においては、非晶質珪素の成膜原料ガスとしてシランを用いているが、熱結晶化によって非晶質珪素を多結晶化させる場合には、結晶化温度を下げるためにジシラン、特にトリシランを用いてもよい。

【0022】成膜雰囲気をシラン100%で行うのは、一般に行われる水素で希釈されたシラン雰囲気中で成膜した非晶質珪素膜に比較して、シラン100%雰囲気中で成膜した非晶質珪素膜は、結晶化し易いという実験結果に基づくものである。

【0023】成膜温度が低いのは、成膜された非晶質珪素膜中に水素を多量に含ませ、できうる限り珪素の結合手を水素で中和するためである。

【0024】また、高周波エネルギー (13.56MHz) の投入パワーが20Wと低い (一般には数百ワット) のは、成膜時において珪素のクラスターすなわち結晶性を有する部分が生じることを極力防ぐためである。これも、非晶質珪素膜中において少しでも結晶性を有していると、後のレーザー照射時における結晶化に悪影響を与える (結晶性にむらができる) という実験事実に基づくものである。

【0025】つぎに、デバイス分離パターニングを行い図1の形状を得た。そして、試料を真空中 (10<sup>-4</sup>Torr以下) で、450度、1時間加熱し、水素出しを徹底的に行い、膜中のダングリングボンドを高密度で生成させた。

【0026】さらに前記水素出しを行ったチャンバー中で、真空状態を維持したままエキシマレーザーを照射し、試料の結晶化を行った。この工程の条件は、KrFエキシマレーザー (波長248nm) を用い、

3.50 mJ/cm<sup>2</sup>  
1~10ショット  
400度

【0028】図6において、21は真空チャンバー、22は真空チャンバー21の外部からレーザーを照射するための石英窓、23はレーザーが照射された場合におけるレーザー光、24は試料 (サンプル)、25はサンプルホルダー、26は試料加熱用のヒーター、27は排気系である。なお、排気系には、低真空用にロータリーポンプを高真空用にターボ分子ポンプを用い、チャンバー内の不純物 (特に酸素) の残留濃度を極力少なくするように努めた。

【0029】図6の真空チャンバーを用いてエキシマレーザーによる結晶化を行った後、RFスパッタ法を用いてSiO<sub>2</sub>膜を50nm成膜し、ゲート領域のみをフォトレジストを利用してパターニングし、図2において示す絶縁膜15を形成した。この絶縁膜は、この絶縁膜下のチャネル形成領域が不純物 (特に酸素) によって汚染

されないように保護するために設けるものである。また、この絶縁膜15上のフォトレジスト16は取り除かずに残した。そして、このゲート絶縁膜15の下にはチャネル形成領域が形成されている。

【0030】そしてソース、ドレイン領域となるn'型の非晶質珪素膜17をプラズマCVD法により以下に示す条件で成膜50nmの厚さに製膜する。

成膜雰囲気  $H_2 : SiH_4 = 50 : 1$  (PH<sub>3</sub> 1%添加)

基板温度 150~200度

成膜圧力 0.1 Torr

投入パワー 100~200W

この成膜は、レジストを熱によって硬化させないために200度以下に保って成膜するのが望ましい。またここで、P型の導電性を付与する不純物(例えばB、H、を用いる)を添加することによってPチャネル型のTFTを得ることができる。

エネルギー密度

パルス数

基板温度

もちろんここで、KrFエキシマレーザー(波長248nm)以外のレーザーを用いてもよいことはいうまでもない。

【0034】上記工程の後、ソース、ドレイン領域となるn'型の非晶質珪素膜のシート抵抗は、100~200Ω/cm<sup>2</sup>程度に減少する。また、チャネル形成領域(15の下領域)を保護していた保護膜である酸化珪素膜15は上記工程の後取り除く。

【0035】上記ソース、ドレイン領域の不純物の活性化の後、図4に示すようにRFスパッタ法によってSiO<sub>2</sub>膜18を100nmの厚さに成膜した。成膜条件は、ゲート酸化膜の作製方法と同一である。

【0036】その後、コンタクト用の穴開けパターニングを行い図4の形状を得た。さらに、電極となるアルミを蒸着して配線電極パターニングを行った。そして、350度の水素雰囲気中において水素アニールを行いデバイスを完成させた。(図5)

【0037】図7に本実施例で作製したTFT(絶縁ゲート型電界効果トランジスタ)のI<sub>d</sub>-V<sub>g</sub>特性を示したグラフを示す。図7において、I<sub>d</sub>はドレイン電流であり、V<sub>g</sub>はゲート電圧である。図7には、ドレイン電圧が10Vの場合と1Vの場合が示されている。

【0031】この状況で図2の形状を得る。その後、リフトオフ法を用いゲート領域上からn'型の非晶質珪素膜を取り除き、図3の形状を得る。この方法は、残ったフォトレジストを取り除くことによりこのフォトレジストの周囲および上面に成膜された膜(この場合はn'型の非晶質珪素膜)をフォトレジストとともに同時に取り除く方法である。

【0032】さらに図3において矢印で示すようにKrFエキシマレーザーを照射することによって、ソース並びにドレイン領域(171と172)となるn'型の非晶質珪素膜にエネルギーを与え、ソース、ドレイン領域の活性化(ソース、ドレイン領域に含まれる一導電性を付与する不純物の活性化)を行った。

【0033】この際のレーザー照射条件は、KrFエキシマレーザー(248nm)を用い以下の条件で行った。

250mJ/cm<sup>2</sup>

10~50ショット

350度

【0038】表1には、本実施例において作製したTFTの諸特性と、従来の作製法によって得られたTFTとの比較データを示す。

【0039】以下、比較例の作製工程を示す。比較例と実施例1との異なる点は、実施例1においては水素出しのための加熱工程から結晶化のためのレーザー照射までの間に真空状態を保持していたのに対して、この比較例においては水素出しのための加熱工程とレーザー照射をするための工程において、異なるチャンバーを用いたので、水素出しのための加熱工程を行った加熱炉からレーザー照射をするための真空チャンバーへ試料を移動させる際に試料表面、すなわち非晶質珪素半導体膜表面を外気に曝してしまった点において異なっている。

【0040】他の作製工程は実施例1と全く同一の条件である。よって、この比較例と実施例1を比較することにより、水素出しを行うことによってダングリングボンドを高密度に生成する本発明の構成において、水素出しから結晶化までの工程を真空雰囲気を維持した状態で行うということの重要性がわかる。表1に実施例1とこの比較例との電気的特性を示す。

【0041】

【表1】

	電界効果移動度	ON/OFF電流比	しきい値電圧	S値
本実施例	329cm <sup>2</sup> /Vs	7.6×10 <sup>7</sup>	3.7V	0.37
比較例	61cm <sup>2</sup> /Vs	7.8×10 <sup>5</sup>	4.8V	0.57

【0042】表1を見ると、電界効果移動度、ON/OFF電流比、しきい値電圧、S値の全てにおいて、本実施例が優れていることがわかる。

【0043】表1において、電界効果移動度というの

は、キャリアがチャネルを横切る速さを示す指標であり、この値が大きい程スイッチング速度が速く動作の周波数が高いことを示すものである。

【0044】ON/OFF電流比というのは、 $V_D=1$  (V)、 $V_G=30$  (V) の場合のIDの値と、その場合のID-VG曲線(図7に示す)のIDの最小の値との比で定義されるもので、このON/OFF電流比が大きければ大きいほど、OFF時におけるリーク電流が少なく、優れたスイッチング素子であることを示すものである。

【0045】しきい値電圧は、低い程消費電力が小さいことを示す。数十万のTFTを駆動しなければならないアクティブマトリックス型の液晶表示装置等においては、このしきい値電圧が低いことは重要な問題である。

【0046】S値というのは図7に示すようなゲート電圧(VG)とドレイン電流(ID)との関係を示すグラフにおける曲線の立ち上がり部分における $(d(ID)/d(VG))^{-1}$ の最小値の値であり、ID-VG曲線の急峻性を示すパラメータである。このS値が小さい程、スイッチング特性に優れた素子であると評価することができる。

【0047】以上のことから、本発明の構成をとることによって、高性能なTFTを得られることがわかり、同時に電気的特性に優れた多結晶珪素半導体を得られたことがわかる。特に比較例との対比より、真空状態を維持したまま水素出しのための加熱工程から結晶化のための工程へ移行することの重要性がわかる。

【0048】本実施例によって得られたTFTは、液晶表示装置のスイッチング素子のみならず集積回路の素子にも応用できることはいうまでもないまた、本発明の構成は本実施例におけるTFTの構造にだけ有効なものではなく、セルフアライン(自己整合的)に作製されるイオン打ち込みによってソース、ドレイン領域を形成するTFTの作製法においても有効である。

【0049】〔実施例2〕本実施例は、実施例1で作製したTFTにおいて、結晶化のための手段を加熱によって行ったものである。この結晶化の加熱の温度は600度であり、加熱時間は48時間である。

【0050】また、本実施例においては、実施例1において行ったデバイス分離パターニングを、加熱による結晶化の後に行った。すなわち、チャネル形成領域となる真性または実質的に真性(人為的に不純物を混入させていないという意味)である珪素と水素の結合が高密度に存在した非晶質珪素半導体膜を成膜した後、外気に触れさせないで、そのまま真空状態に維持し、350度から500度(膜中の酸素濃度が低い場合には450度以下)の温度で水素出しを行い、引き続いて真空状態を維持したままで600度の温度による結晶化を行い、しかる後にデバイス分離パターニングを行うものである。

【0051】なお、水素出しのための加熱工程は400度で1時間、結晶化のための加熱工程は600度で48時間で行った。他の工程においては、実施例1と同様な

工程に従って行った。本実施例においても、水素を過剰に珪素と結合させた非晶質珪素膜から水素出しを行いダングリングボンドを多量に形成し、このダングリングボンドが多量に存在した非晶質珪素膜を真空を維持した状態で、結晶化のための加熱を行うことが重要である。

【0052】なお、以上の説明においては珪素を主として説明したが、他の非晶質半導体膜を結晶化させる場合においても本発明の構成は有用である。上記の実施例において、加熱処理およびレーザ露光処理は真空中にて行ったが、特にこの雰囲気限定されることはなく、前述のような不活性雰囲気においても同様の効果を期待することができる。

【0053】また、本発明の構成によって作製される多結晶半導体膜は、光電変換装置や他の半導体装置に適用できるものであることはいうまでもない。

【0054】

【発明の効果】本発明の構成である、低温で水素化非晶質珪素膜を作製し、膜中に多量のSi-H結合を生成させる工程と、前記工程によって形成した水素化非晶質珪素膜に対して真空中で加熱処理を施し、脱水素化することによって、膜中に多量のダングリングボンドを生成させる工程と、前記工程から真空中を破らない状態で、エキシマレーザーを照射する工程、または結晶化のための加熱の工程をとることによって、電気的特性に優れた多結晶珪素半導体膜を得ることができ、その多結晶珪素半導体膜を用いたTFTは、極めて高い特性を有していることが明らかになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1において、作製した絶縁ゲイト薄膜型電界効果トランジスタの作製工程を示す図である。

【図2】実施例1において、作製した絶縁ゲイト薄膜型電界効果トランジスタの作製工程を示す図である。

【図3】実施例1において、作製した絶縁ゲイト薄膜型電界効果トランジスタの作製工程を示す図である。

【図4】実施例1において、作製した絶縁ゲイト薄膜型電界効果トランジスタの作製工程を示す図である。

【図5】実施例1において、作製した絶縁ゲイト薄膜型電界効果トランジスタの作製工程を示す図である。

【図6】実施例1において用いた真空チャンバーの概要を示す。

【図7】実施例1において作製した絶縁ゲイト型電界効果トランジスタの電気的特性を示すグラフである。

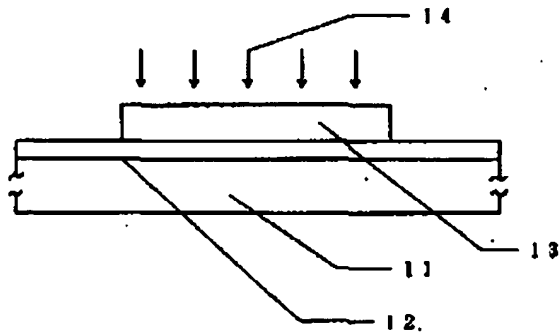
【符号の説明】

- 11 ガラス基板
- 12 下地SiO<sub>2</sub>膜
- 13 多結晶珪素膜
- 14 KrFエキシマレーザー光(波長248nm)
- 15 SiO<sub>2</sub>膜
- 16 フォトリジスト
- 17 n'型の非晶質珪素膜

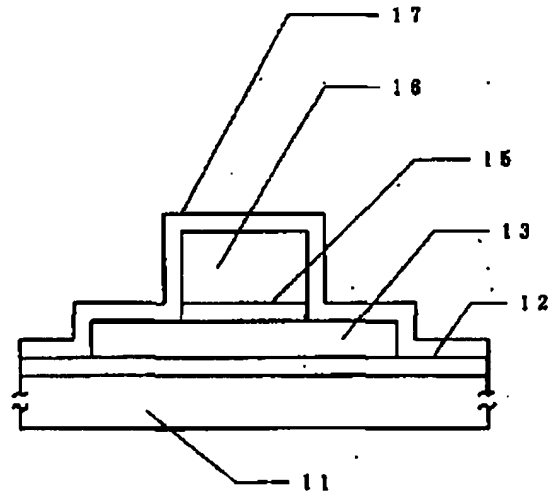
- 11  
 171 ソースまたはドレイン領域  
 172 ドレインまたはソース領域  
 18 SiO<sub>2</sub>膜  
 19 アルミの層  
 21 真空チャンバー  
 22 石英窓

- 23 レーザー光  
 24 サンプル  
 25 サンプルホルダー  
 26 ヒーター  
 27 排気系

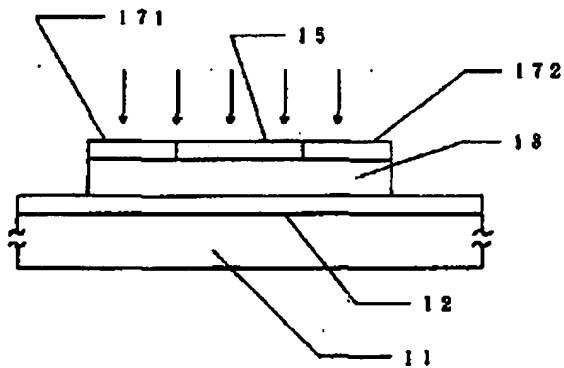
【図1】



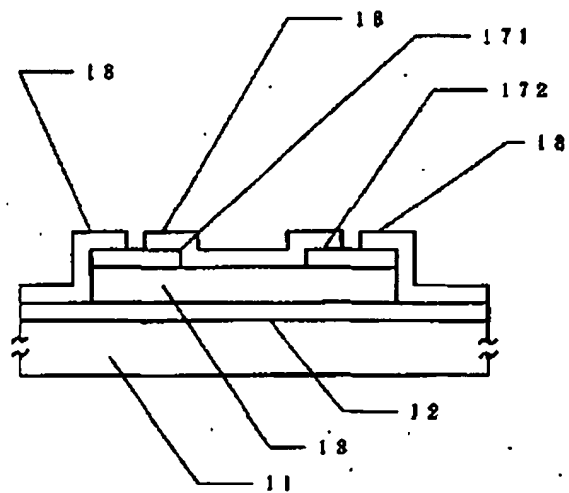
【図2】



【図3】

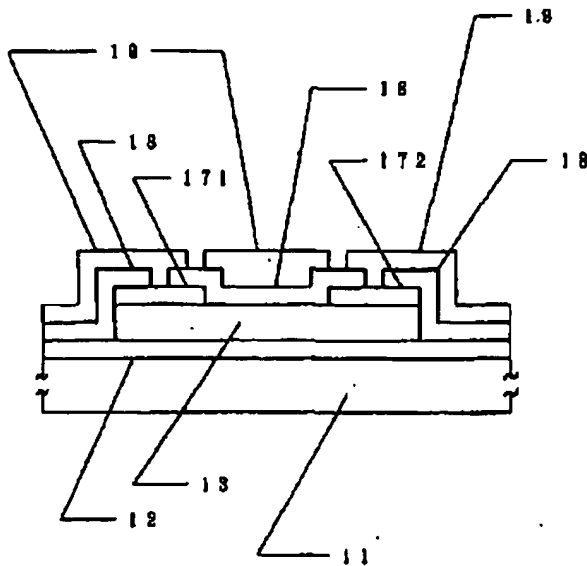


【図4】

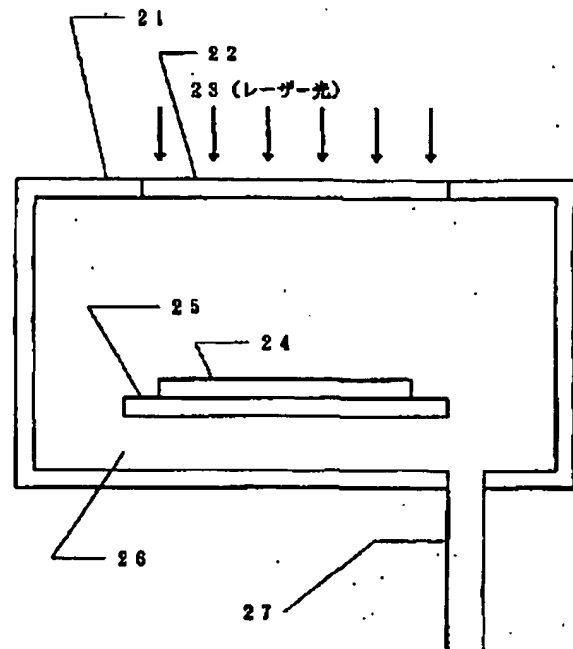




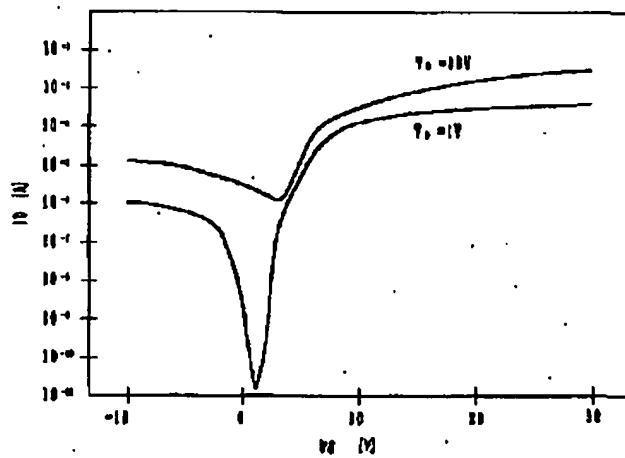
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>  
H01L 29/784

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所